

SZIENIFIC MEETING FOR YOUNG  
RESEARCHERS

IFJÚ TEHETSÉGEK TALÁLKOZÓJA

Szent István University

Budapest

**BUDA CAMPUS**

9<sup>th</sup> December 2019

ISBN 978-963-269-886-1

**Organizers**

Faculty of Horticultural Science

Faculty of Food Science

Faculty of Landscape Architecture and Urbanism

Union of Student's of Szent István University Buda Campus

Szent István University

**Welcome speech**

Dr. László Palkovics

Rector

Szent István University

**Scientific Comitee**

Dr. László Palkovics

Dr. Klára Pásztorné Huszár

Dr. Zsombor Boromisza

Dr. András Geösel

Dr. Marietta Fodor

Dr. Péter Bodor-Pesti

**Supported by:**

The Project is supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund (grant agreement no. EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005)

Supported by the Ministry for Innovation and Technology within the framework of the Higher Education Institutional Excellence Program (NKFIH-1159-6/2019) in the scope of plant breeding and plant protection researches of Szent István University.

**Organizing comitee and editors:**

Dr. Marietta Fodor

Dr. Péter Bodor-Pesti

**TARTALOMJEGYZÉK/CONTENTS**

Cink- és polifenolpótlásra fejlesztett takarmánykiegészítő alapanyagául szolgáló élesztőtörzsek analitikai vizsgálata .....	6
Nutritional content of traditional meals: jordan and hungary .....	13
Dilemmas of spatial planning in ecotourism development: ghana in perspective .....	20
Statistical evaluation of pre-selection criteria for suitable land of outdoor recreation and tourism sites.....	35
Fenntartási és alternatív gyepgazdálkodási lehetőségek vizsgálata helyreállított történeti kertekben .....	49
Silicate treatment promoted cucumber plant growth paralleled by induction of a si transporter gene .....	62
Approaching a sustainable development in the Medina of Tunis Green infrastructure development in the city and its surroundings .....	65
Applicability of detrended fluctuation analysis (dfa) to near-infrared spectroscopic data .....	69
Az egyéni 6-n-propiltiouracil érzékenység összefüggései az ízpreferenciával és a testösszetétellel.....	73
Application of NIRS and aquaphotomics for the detection of adulteration of honey, paprika and tomato paste.....	76
<i>Brettanomyces</i> élesztők killer aktivitásának vizsgálata .....	92
A vér, mint értékes erőforrás – szakirodalmi összefoglaló a vér tápértékéről .....	96
The effect of cheese whey substrate on electricity generated in microbial fuel cell by using bacteria cellulose with the immobilization of <i>Shewanella xiamenesis</i> as an anode.....	107
Study of the effects of pH and sodium chloride on the growth of non-pathogenic <i>Listeria</i> biofilms.....	109

---

Innováció a dunavirágokért – kérészeket érintő összetett ökológiai fénycsapdák hatásának csökkentése hidakra szerelhető védő fénysorompóval.....	110
Investigation of the metabolic activity of hybrid yeasts during fermentation of fruit mash ..	114
A szárazság és hőség gyakorisága mosonmagyaróváron 1961-2018 között.....	118
Effect of pathogenic bacteria in soil on the incidence of foodborne diseases.....	123
Tree injection in the management of horse-chestnut leaf miner ( <i>cameraria ohridella</i> ) and walnut husk fly ( <i>Rhagoletis completa</i> ).....	130
Carvacrol against the multidrug resistance .....	131
Ökológiai kiegyenlítő felület hatása a Kékfrankos vegetatív és generatív teljesítményére ...	133
Investigation of antibacterial activity of active compounds of plant origin.....	137
A nagyváradi barokk épületegyüttes dendrológiai parkja.....	138
A konídiumok különös pollen-viszonyai, avagy milyen is a szürkepenész 50 árnyalata?.....	141
Evolution of folate during barley malt production.....	145
The effect of sub-lethal temperature on the biofilm formation of listeria monocytogenes strains .....	149
Multikomponenses GC-MS mérési módszer kidolgozása növényvédő szerek meghatározására növényi eredetű mintákból .....	153
Validation of airborne (UAV) with field measurements to characterize grapevine canopy structure in the Hajós-Baja wine region .....	158
Trends in the use of remote sensing methods for the analysis of areas affected by armed conflicts .....	173
Mit tudunk a pókok (araneae) cirkadián ritmusairól és mi köze mindennek a kertészet-tudományhoz? .....	193

---

Traditional and infrared spectroscopical comparison of agaricus brunneofibrillosus candidate varieties .....	196
Artistic practices shaping the city The case of the Medina of Tunis .....	200
Correlation between iron content and antioxidant capacity in food.....	203
Gyűrűfű ökofalu ökoszisztéma állapotának értékelése .....	206
HPLC-APCI-QTRAP-MS módszer fejlesztése és alkalmazása növényvédelmi kérdések megválaszolására.....	217
Mikrobiális illatanyagokat tartalmazó, fajszelektív csalétek fejlesztése tarka szőlőmolyra ( <i>lobesia botrana</i> ) .....	220
The relevance of proper green spaces in urban landscapes: a case study for the city of campo grande - brazil.....	223
Spektrálisan szabályozható érzékszervi maszkoló-rendszer fejlesztése .....	237
Shape description possibilities of grapevine ( <i>vitis vinifera</i> l.) Accessions .....	250
Detecting microbes with MALDI-TOF MS from irrigation water samples .....	255
Historical research of electrical transmission lines from landscape planning point .....	256
Városi sűrűség – különböző beépítési sűrűségű lakóterületek összehasonlításának és kiértékelésének lehetséges módszertana .....	273
Az amerikai lepkekabóca tápnövényérzékelésének vizsgálata bioszenzoros gázkromatográfiával.....	290

**SPEKTRÁLISAN SZABÁLYOZHATÓ ÉRZÉKSZERVİ MASZKOLÓ-RENDSZER FEJLESZTÉSE****DEVELOPMENT OF SPECTRALLY CONTROLLABLE SENSORY MASKING SYSTEM*****Sipos László<sup>a</sup>, Nyitrai Ákos<sup>a</sup>, Szabó Dániel<sup>a</sup>, Urbın Ágnes<sup>b</sup>, Nagy Balázs Vince<sup>b</sup>***

<sup>a</sup> *Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.*

<sup>b</sup> *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék, 1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 4-6.*

Levelező szerző e-mail címe: sipos.laszlo@etk.szie.hu

**ÖSSZEFOGLALÁS**

A nemzetközi szakirodalomban kiemelik, hogy olyan megvilágítási körülményeket kell kialakítani az érzékszervi tesztelés során, ahol a színek nem okoznak elvárás hibát az érzékszervi tesztelőkben. Jelenleg a gyakorlatban alkalmazott módszerek – szembe kötés, fekete tesztelő pohár, színszűrők, spektrálisan rögzített színes megvilágítások, színszűrős lencsék – hibákkal terheltek. A spektrálisan szabályozható érzékszervi maszkoló rendszer fejlesztése szükséges ahhoz, hogy tudományosan alátámasztott, objektív szín inger-becslési környezet jöhessen létre. Munkánkban bemutattunk a spektrálisan szabályozható LED-rendszer megtervezésének lépéseit, valamint ennek elméleti és gyakorlati vonatkozásait. A spektrálisan szabályozható érzékszervi maszkoló-rendszer megépítésével különböző megvilágítási körülményeket lehet létrehozni, amelyek segítségével termék csoport specifikusan lehet meghatározni a megfelelően elmaszkoló világítási környezetet.

**Kulcsszavak:** érzékszervi szabványok, színérzékelés, adaptáció, metameria, LED

**BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS, MUNKA CÉLJA**

Az érzékszervi vizsgálat, egy termék érzékszervi jellemzőinek érzékszervekkel végzett vizsgálatát jelenti, amely során a bírálók az érzékszerveik segítségével értékelik a termékek megjelenését, illatát, ízét, állományát (MSZ EN ISO 5492:2009). Az érzékszervi szakirodalom az érzékszervi vizsgálatokat legelterjedtebben a bírálók képzettsége, a módszertani szerkezet és a vizsgálat célja szerint csoportosítja. A képzettség alapján a három fő kategória: laikus/fogyasztó, kiválasztott/képzett, érzékszervi szakértő. A módszertani szerkezet alapján pedig rangsorolási módszerek, különbségvizsgálati módszerek, leíró módszerek különíthetők el. Érzékszervi

vizsgálatok magukban foglalják többek között az alábbi vizsgálatokat: eltarthatósági idő vizsgálata, termék egyezés, termék térképezés, specifikáció- és minőségellenőrzés, termék átalakítás, termék mellékízének/illatának mérése, termék minőség, termék osztályozás. Az érzékszervi vizsgálatokat nemzetközi és hazai szabványok rögzítik, a vizsgálatok célszerűen ezek alapján végezhető (Meilgaard, 2007, Lawless és Heymann 2010).

A szabványok közmegegyezéssel elfogadott műszaki dokumentumok, amelyek révén általánosan elismert megoldás érhető el, amelyek alkalmazása önkéntes. A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (*International Organization for Standardization*, ISO), független, a nemzeti szabványügyi testületek (ISO-tagtestületek) világméretű szövetsége, amelynek jelenleg 163 tagja van. A nemzetközi szabványokat az ISO/IEC megadott szabályok szerint készítik el, a nemzetközi szabványokat az ISO műszaki bizottságai (*Technical Comettee*, TC) és albizottságai (*Subcomettee*, SC) dolgozzák ki. Az Érzékszervi Albizottságban (ISO/TC 34/SC 12) a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) huszonhárom másik országgal együtt „résztevő tag” státusszal, szavazati joggal rendelkezik. A műszaki bizottságok által elfogadott nemzetközi szabványtervezeteket szavazás céljából eljuttatják a tagtestületekhez. Magyarországon a Magyar Szabványügyi Testületen belül az „Érzékszervi vizsgálatok és az élvezeti élelmiszerek” elnevezésű munkabizottság foglalkozik az érzékszervi szabványokkal (MSZT/MB 612).

Az érzékszervi vizsgálatokat érzékszervi bírálók, illetve érzékszervi bírálócsoportok (panelek) végzik. Az érzékszervi tesztek után meghozott döntéseket elsősorban a kapott adatok minősége határozza meg. Ennek megfelelően a bírálók toborzását, kiválasztását körültekintően, mindig az adott célnak megfelelően kell megtenni (Molnár, 1991, MSZ ISO 6658:2018, Bi és Kuesten (2012). A kiválasztott bírálók és az érzékszervi szakértő bírálók kiválasztásához, képzéséhez, valamint folyamatos ellenőrzése egy többlépcsős, visszacsatoláson alapuló rendszer (toborzás és előzetes szűrés, képességek tesztelése, bírálóbizottság végső kiválasztása a módszertől függően, teljesítménymonitorozás és képzés). Fiziológiai alkalmasság vizsgálata során a legfontosabb cél a bírálói képességek tesztelése, feltárása és fejlesztése, rendszeres időközönként végzett tesztek segítségével. A szűrési vizsgálatok típusai alapján a vizsgálat célja a következő lehet: a csökkent képesség meghatározása, az érzékelés erősségének meghatározása, valamint az érzékszervi tulajdonság leíróképességének értékelése. A legfontosabb vizsgálati típusok: színelismerés, szaglóképeség (érezékelés és felismerés), ízfelismerés, ízküszöbérték, koncentráció különbség (MSZ EN ISO 8586).

A normál látók (épszínlátók) kiválasztására, a hibás színlátók szűrésére a nemzetközi szabványoknak megfelelően az alábbi három módszer terjedt el:

- szintévesztés azonosítása (pszeudo-izokromatikus teszt-könyv),
- szintévesztés típusának meghatározása (anomaloszkóp),
- színárnyalat és szürkeárnyalat különbségtétel vizsgálata (anyagkeveréses módszerek) (MSZ EN ISO 8586), valamint a Farnsworth-Munsell 100 színárnyalat teszt (MSZ ISO 11037:2014).

A szabványos színösszehasonlítás három szükséges feltétele a normál látással rendelkező bírálók, reprodukálható megvilágítás, valamint reprodukálható szemrevételezési geometria. A reprodukálható megvilágítási körülmények miatt az érzékszervi minősítő laboratóriumok a bírálati fülkékben a „mesterséges napfénynek” megfelelő 6504 Kelvin korrigált színhőmérsékletű CIE standard D65 fénycsőket alkalmaznak az érzékszervi vizsgálati helyiségek kialakítására vonatkozó általános irányelveknek megfelelően (MSZ EN ISO 8589:2015, MSZ ISO 11037:2014).

Számos kutatás beszámol arról, hogy a vizsgált termék vizuális jellemzői befolyásolják a többi érzékszervi jellemzőt, elváráshibát okoznak a bírálóknak, ezáltal torzul a többi érzékszervi jellemző megítélése. A következőkben a nemzetközi kutatási eredmények közül mutatunk be néhány eredményt.

Ross (2008) vizuális maszkolási technikákat alkalmazott borok színbeli különbségeinek elfedésére és az észlelés torzításának minimalizálására. Azt vizsgálta, milyen hatást gyakorolnak ezek a módszerek a vörösborok (Syrah és Pinot Noir) ízére és aromájára. A maszkolást több módon valósította meg: 1) kék borospohár és fehér megvilágítás 2) átlátszó üveg és piros megvilágítás 3) átlátszó üveg és fehér megvilágítás alkalmazásával. Tíz képzett bíráló az íz és aroma jellemzőket, míg egy 80 tagú fogyasztói panel a jellegzetességeket és kedveltséget értékelte. A képzett panel esetében a vizuális maszkolás csak a Syrah bor észlelt fűszerességét befolyásolta szignifikánsan ( $p < 0,05$ ). Az átlátszó üveg és vörös megvilágítás alkalmazása intenzívebb fűszeres ízt és eredményezett a másik két feltételhez képest, míg a kék pohárban felszolgált boroknak az észlelt fanyarsága volt magasabb. A fogyasztói panel a vörös megvilágítás eredményeként a borokat fanyarabbnak érezte, a kék pohár pedig a borok kedveltségének növekedését eredményezte. A tanulmány hangsúlyozza, hogy a maszkolási módszer kiválasztása befolyásolja az érzékszervi értékeléseket.

Oberfeld és munkatársai (2009) bizonyították azt, hogy a környezet színe befolyásolja az élelmiszer ízét a kóstolás során. Fehérborokat teszteltek, és bár a borok ugyanazon mintákból származtak, a bírálat eredményei azt mutatták, hogy vörös és kék környezetben a borok magasabb pontszámokat kaptak, mint fehér vagy zöld környezetben.



Piqueras-Fiszman és Spence (2012) vizsgálták azt, hogy a pohár/csésze színe hogyan hat a fogyasztók étel-miszer-kedveltségére. Meleg italt (forró csokoládét) teszteltettek négy különböző színű edényben tálalva: piros, narancssárga, fehér és sötét-krém. Az eredmény szerint, a narancssárga és a sötét-krém színű poharak esetén magasabb csokoládé ízt és jobb fogyasztói elfogadottságot jeleztek a bírálók. Sőt, a sötét poharakból kóstolt mintákat a fogyasztók édesebbnek, és intenzívebb aromájúnak érezték, mint a többi.

Cho és munkatársai (2015) kutatásaiban azt vizsgálták, hogy különböző színű megvilágítások alatt, hogyan változik az elfogyasztott étel mennyisége, illetve, hogy hogyan befolyásolja a színezett fény az érzékszervi tulajdonságokat. A vizsgálat eredménye megmutatta, hogy a kék színű megvilágítás alatt csökken az ételek megjelenésének kedveltsége, valamint a férfiak esetében szignifikánsan kevesebb étel fogyott, mint más megvilágítások esetén. Ez a kutatás is alátámasztja, hogy az étkezés közben jelen levő színes fényinger befolyásoló szereppel bír az étel-miszert illetően.

Spence (2018) kutatásaiban igazolta, hogy nemcsak a termék színe, de a háttér képes befolyásolni nem csak az észlelést, hanem az emberek felszolgálási és fogyasztási magatartását is. A csomagolás színe képes befolyásolni a benne levő termék észlelt ízét, még az ismert márkák esetében is. Ezt támasztja alá például az a kísérlet, melyben a 15%-kal sárgásabb dobozú 7-Up-ot ízvizsgálat alá vetettek, és fogyasztók egyöntetűen citromosabbnak érezték azt. A háttér színéhez a csomagoláson túlmenően hozzátartozik a tányérok, tálak, üvegek, poharak, bögrék, evőeszközök, de még a terem színe is. A desszerteket például édesebbnek érezzük, ha fehér tányéron szolgálják fel, míg a fekete tányérok a sós ételekhez illenek jobban.

Habár a színeket gyakran valamilyen színrendszerben nevezünk meg, amelyek alapja vagy három alapszín (pl. RGB) vagy a színezet, telítettség és világosság hármasa (pl. HSV), színérzékelésünk valódi alapja a színek spektrális tartalma. A színérzékelés alapjául szolgáló spektrális színingerfüggvény az alábbi tényezőkből áll:

$$\varphi(\lambda) = \phi_e(\lambda)\rho(\lambda)\tau(\lambda)$$

ahol,

$\phi_e(\lambda)$ : spektrális emisszió - megvilágítás

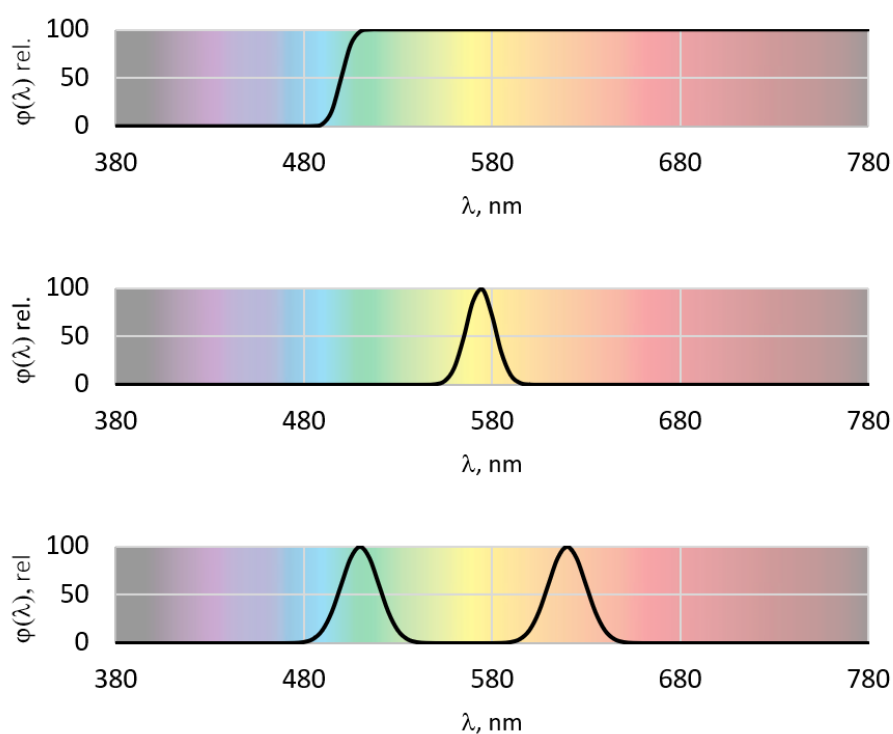
$\rho(\lambda)$ : spektrális reflexió

$\tau(\lambda)$ : spektrális transzmisszió

A fenti egyenletből belátható, hogy változatlan reflexiós és transzmissziós tulajdonságokkal bíró minták megfigyelésekor a megvilágítás változtatásával az eredő színingerfüggvény és így maga az észlelt szín változását érhetjük el. Ez akár a hétköznapi életben is tapasztalható, például amikor egy

tárgyat természetes napfényben majd egy mesterségesen megvilágított térben különböző színűnek érzékelünk. Mégsem úgy éljük napjainkat, hogy a minket körülvevő tárgyak színeit folyamatosan változónak érezzük. Ennek oka a kromatikus adaptáció, látórendszerünk automatikus mechanizmusa, amely segítségével folyamatosan alkalmazkodunk a környezeti megvilágítás spektrális tartalmának változásaihoz.

A színinger spektrális tartalmának szerepe a metameria jelenségével jól szemléltethető. A metamer színek olyan színek, amelyeket különböző spektrális tartalmú színingerfüggvényekkel írhatóak le, mégis azonos színérzetet keltenek. 3 db jellegre különböző spektrális tartalmú sárga szín színingerfüggvényét mutatja be a következő ábra (1. ábra).



1. ábra: 3 db különböző spektrális tartalmú de egyaránt sárga színérzetet előállító színingerfüggvény

Tekintettel arra, hogy abszolút színmemóriánk nincs, a változó színingerfüggvény és az adaptáció hatása egy-egy minta megfigyelésével érzékelhető de nehezen megfogalmazható. Több minta megfigyelése esetén azonban a minták között érzékelt különbség változása azonban már jobban kezelhető. Erre lehet példa amikor a minták közötti különbség a legkisebb észlelhető küszöbérték környékén mozog és míg egy megvilágítás alatt észlelhető, egy másik megvilágítás alatt már nem. A fenti gondolatmenetet megfordítva: amennyiben ismerjük a vizsgálandó minták anyagi tulajdonságait (a minta jellegétől függően jellemző spektrális reflexióját vagy transzmisszióját),

tervezhető olyan megvilágítás, amely alatt a minták közötti különbség észlelhetetlenné válik vagy éppen megnő.

A szakirodalomban állandóan hangsúlyozzák, hogy amennyiben a minősítés alapja nem a vizuális értékelés, akkor olyan körülményeket szükséges kialakítani, amelyek esetén a termékek színingere nem befolyásolja a többi érzékszervi jellemzőt (illat, íz, állomány) (ISO 6658, ISO 8589, Lawless és Heymann 2010, Meilgard et al. 2007). A jelenlegi vizuális különbségek eltüntetésének megoldásai: szembekötés (zavart percepció, torzított értékítélet), fekete tesztelőpohár (részleges elfedés, folyékony termékekhez), színes megvilágítások (érezsziervi bíráló fülke, light booth), (spektrálisan rögzített, CIE), színszűrős lencsék (kísérleti stádium, drága, csak adott termékhez alkalmazható).

A megoldást egy spektrálisan szabályozható érezsziervi maszkoló-rendszer fejlesztése jelenti. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, MOGI Tanszéken korábban építettek egy spektrálisan hangolható mérőkabint. Az általuk megépített LED-es rendszer tapasztalatai, valamint a közös színelmaszkolási és adaptációra vonatkozó mérési eredményeink a rendszer újragondolását igényli szintani, mérnöki és érezsziervi szempontból (Sipos és Nyitrai 2018, Sipos és Nyitrai 2019, Nagy et al. 2019). A kutatás célja egy olyan ideális megvilágítási és szemrevételezési környezet megtervezése, amely a spektrális szabályozásnak köszönhetően különböző megvilágítási körülményeiket képes szimulálni.

## VIZSGÁLT ANYAGOK ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A spektrálisan szabályozható világítási környezet optimálandó paraméterei:

- mérőkabin kialakítása (méret, szín, felület),
- fényforrások (LED):
  - fénysűrűség (mennyiség, eloszlás, homogenitás),
  - fényforrások működtetése (fényerőszabályozás),
- panelek konstrukciója (LED fényforrások, fényforrások helye, hűtőborda, diffúzor),
- rendszer felépítése (áramforrás, áramkör (elötétellenállások, tranzisztorok), panelek, Arduino Uno mikrokontroller),
- vezérlő program (szoftver).

A különböző konstrukciós elrendezések világítástechnikai szimulációját a DIALux 4.13. programmal végeztük el.

## KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

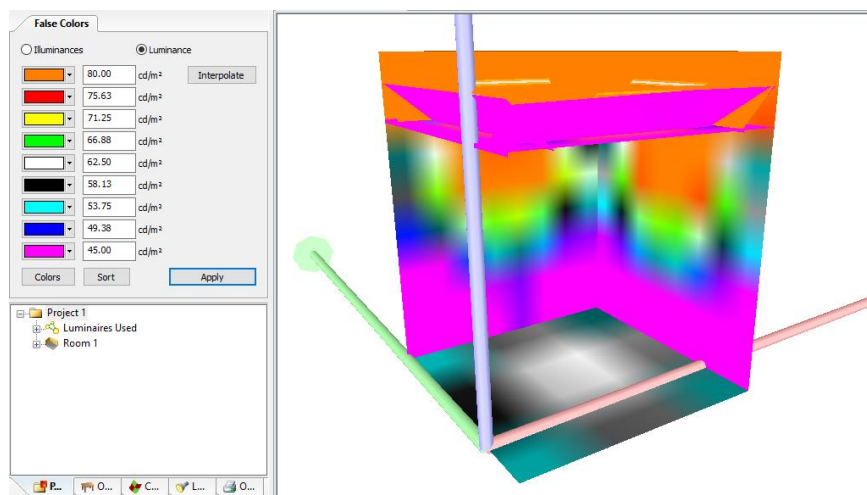
A **mérőkabin kialakításának** megtervezésénél figyelembe vettük az érzékszervi vizsgálatokra vonatkozó releváns szabványokat, különös tekintettel a fénytechnikai előírásokra (MSZ EN ISO 8589:2015, MSZ ISO 11037:2014). A méreteit úgy alakítottuk, hogy az érzékszervi vizsgálatokhoz, hogy megfelelő az összes élelmiszer termékcsoporthoz. A kabin teljes mérete: 42cmx42cmx52cm, amiből a hasznos vizsgálati terület 40cmx40cmx40cm. A kabin falainak színekiválasztásánál célunk volt, hogy elkerüljük az általunk megvalósított megvilágításon kívül bármi más által létrehozott színekontraszt hatásait vagy a bírálók színadaptációját, valamint a felületről visszaverődő vagy az arról szórt fény kromatikus tulajdonságainak befolyását. Ezért egyszínű fehér, semleges felületet választottunk.

A mérőkabin kialakításának kulcs kérdése a **fényforrások** kiválasztása. Választásunk a LED (light-emitting diode) rendszerre esett, amelyett több tényező is indokolt. A LED félvezető anyagból készült fényt kibocsátó dióda, amelyben az elektromos áram a dióda anyagában levő atomok elektronjait gerjeszti, így azok magasabb energiaszintű elektronpályára lépnek, majd miközben visszatérnek eredeti energiaszintjükre, fényt emittálnak. A mai LED-ek jellemzői, hogy inkoherens kibocsátott fényt adnak, keskeny spektrumú fényt bocsátásúak, hatékonyak, mivel a relatíve alacsony áram és feszültségértékek mellett erős fényt adnak, kisméretűek, minimális hőkibocsátásúak, strapabíróak, gyors kapcsolási reakciójúak, egyszerűen, gyorsan telepíthetők. Az általunk alkalmazott LED panelek egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy a rajtuk elhelyezkedő különböző színű LED-ekből álló blokkok szabályozásával az eredő spektrális teljesítményeloszlás hangolható. A színkeverés elmélete alapján a vörös, zöld és kék alapszínekből  $255^3$ , azaz közel 16581375 színíngert keverhető ki. A vörös, zöld, kék LED-ek mellé borostyán, hideg fehér és meleg fehér LED fényforrásokat választottunk. Utóbbi két LED-et elsősorban a fehér közeli színek megjelenítésekor a színhőmérséklet pontosításához, finomhangolásához lesz célszerű használni. A vörös, a zöld és a kék LED-ek mellett a borostyán a megjeleníthető színek gamutját bővíti, valamint alkalmazásával a látható spektrumot jobban le tudjuk fedni, mint a hagyományos három alapszín görbével (kék, zöld, piros), ugyanis a zöld és piros LED-ek görbéi között egy relatíve nagyobb különbség van a hullámhossz szerinti spektrális eloszlást nézve, mint a kék és a zöld között (*1. táblázat*). A LED chippek egy-egy csillag alakú talpon helyezkednek el, amelyek megkönnyítik a fényforrások bekötését, mert a vezetékeket ennek a lábaira kell forrasztani.

1.táblázat. A mérőkabinban alkalmazott LED források műszaki paramétere

	I[mA]	U[V]	P_max[W]	$\phi$ [lm]	$\lambda$ [nm]
vörös (red)	350	1.75-3	1	51,7-58,9	613.5-631
zöld (green)	350	2.85-3.85	1	87,4-99,6	515-535
kék (blue)	350	2.85-3.85	1	23,5-30,6	455-475
borostyán (amber)	350	1.75-3	1	51,7-58,9	587-597
meleg fehér (warm white)	350	2.85-3.85	1	110-140	-
hideg fehér (cold white)	350	2.85-3.85	1	120-160	-

A **fénysűrűség optimalás** két fő jellemzője a fénysűrűség mennyisége, és a fénysűrűség eloszlása, homogenitása. A megfelelő vizsgálati környezet létrehozása miatt, kellő nagyságú és homogenitású megvilágítási környezetet kellett létrehozni. Mivel a spektrálisan hangolható mérőkabinban végzett vizsgálatokat sötét környezetben végezzük, megfelelő hogy a szemrevételezési területen  $60 \text{ cd/m}^2$  fénysűrűség legyen. A különböző színű LED fényforrásokból összeállított blokkok (amelyek gyakorlatilag a spektrális hangolás alapjául szolgáló csatornák) közel egyforma fényáramának biztosításához az egyes panelekben színenként különböző darabszámú LED használata szükséges. Szimulációink és számításaink alapján összesen 53 db LED-el elérhető a vizsgálati felületen (a mérőkabin alsó lapján) az előre meghatározott  $60 \text{ cd/m}^2$  fénysűrűségi érték. A Spektrálisan hangolható mérőkabin fénysűrűség eloszlás szimulációját a DIALux 4.13. programmal végeztük (2. ábra).



2. ábra: A Spektrálisan hangolható világító doboz fénysűrűségeloszlás szimulációja

2.táblázat. A világító dobozban alkalmazott LED fényforrások mennyisége és fényarama ( $Y_{\text{diffúzor}}=36\%$ )

	LED (db)	fényáram (lm)
vörös (red)	9	550
zöld (green)	6	540
kék (blue)	21	550
borostyán (amber)	9	550
meleg fehér (warm white)	4	520
hideg fehér (cold white)	4	560

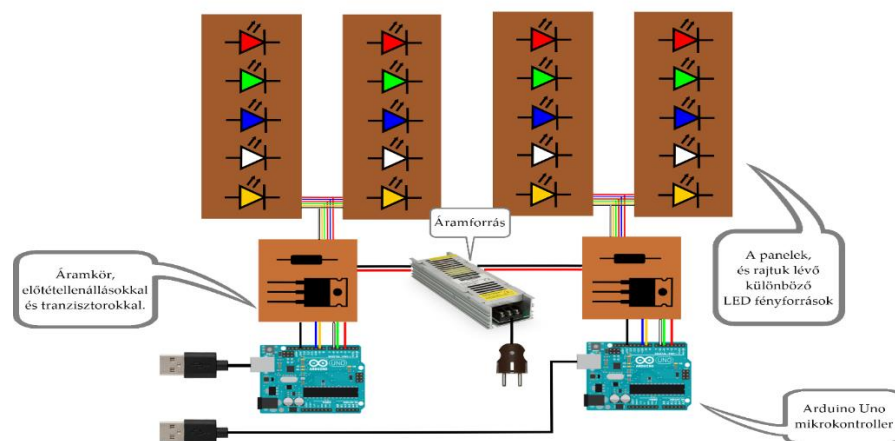
A fényforrásból vagy egyéb fényvisszaverő felületről származó csillogás illetve erős árnyékok nem szabad, hogy a bíráló látását zavarják, ezért a direkt megvilágítás helyett visszavert diffúz megvilágítást terveztünk. A diffúzor anyaga meghatározza, hogy milyen lesz a fénysűrűség homogenitása. Törekedtünk arra, hogy a lehető leghomogénebb fénysűrűség eloszlás jöjjön létre. A diffúzor alkalmazásának pozitív hozadéka, a homogén fénysűrűség eloszlás, viszont hátránya, hogy csökkenti a felületre jutó megvilágítást. A diffúzor egyik legfontosabb fizikiai jellemzője a fényátbocsátási tényezője:  $Y$  [%]. A diffúz megvilágítás megvalósítása miatt számolni kell a spekuláris visszaverődési komponenssel, hiszen a doboz belső felület simasága/érdessége is befolyásolja, hogy hogyan verődik róla vissza a fény. Ez azt jelenti, hogy ugyanolyan színű fény egy felületet elérve és onnan visszaverődve fakóbbá vagy világosabbá válhat a felülettől függően. Ennek a fizikai háttérében az áll, hogy a felületről a diffúz (szórt) vagy tükröződő visszaverődés dominánsabb. A szórt visszaverődés durvább, szabálytalanabb felületekről történő reflexió esetében lép fel, ekkor a színt tompábbnak látjuk. A mi kilakításunkban a sima felület miatt telítettebbnek tűnnek a színek, mert a tükröződő visszaverődés nagyobb szerepet játszik a diffúz visszaverődésnél.

A **fényforrások működtetésének** meghatározó feladata a fényerőszabályozás megválasztása. Az Arduinoval működtetett rendszerben impulzus szélesség modulációval (PWM), a kitöltési tényező változtatásával szabályozzuk a LED-ek által leadott eredő fényáramot. A digitális vezérlés két feszültségen lehetséges (0V, 5V), a LED-ek felépítésükből adódóan a feszültség szint-változásokra aktiválódnak. A fényáram változtatása attól függ, hogy egy periódusidő alatt mennyi ideig van bekapcsolva egy LED. Ahhoz, hogy kiküszöböljük a bíráló által érzékelhető villódzást, a LED-ek vezérlésére 500 Hz frekvenciát állítottunk be, ami meghaladja az emberi látórendszer fűzési frekvenciáját. A katalógus adatok alapján a kisebb teljesítménnyel rendelkező LED-eknek relatívan jobb a fényhasznosításuk, így lehet őket úgy vezérelni, hogy a fényáram relatívan magas legyen,

mégse legyen túlvezérelve. Továbbá a kis teljesítményű LED-ek mellett szól, hogy kevesebb hő termelnek, amelyek kevésbé érzékenyek a túlmelegedésre.

A **panelek konstrukciója** meghatározza a LED fényforrások elhelyezkedését és a hőelvezetés miatt alkalmazott hűtőborda pozícióját. Az egyes paneleken elhelyezkedő fényforrások szín szerinti eloszlása nem egyenlő, ugyanakkor blokkosítva vannak. Minden blokk előtt előtét ellenállás található, amely a megfelelő áramfelvételt biztosítja. A paneleken két-két furatot alakítottunk ki, hogy ezeken a pontokon legyen rögzítve a panel. A hűtőbordák választásánál szempont volt a jó hőelvezetés mellett, hogy megfelelően kicsi legyen és felül elférjen a kabinban. Ennek megfelelően jó hőelvezető alumínium (16x16x6mm) hűtőbordát választottunk.

A **rendszer felépítése** magába foglalja a legfontosabb elemeket: áramforrás, áramkör, előtétellenállásokkal és tranzisztorokkal, panelek (LED fényforrásokkal), Arduino Uno mikrokontroller (3. ábra).



3. ábra: A spektrálisan hangolható mérőállomás sematikus rajza

A **szoftveres vezérlés** segítségével az egyes LED források fényerőssége külön-külön változtatható 0-255 értékek között. Az Arduinohoz tartozik egy azonos nevű szoftver, amellyel a kontrollert kell inicializálnunk. A fények vezérlését a nyílt forráskódú programozási nyelvű (android, python, java) Processing nevű szoftverrel oldottuk meg. A felhasználói felület (GUI) kialakításánál a funkcionalitásra törekedtünk. A vezérelt LED-eket a színeknek megfelelően jelöltük. Az adott világítási környezet beállításához csak a kívánt fényerősségeket kell megadni színenként. A “RUN” parancs létrehozza a kívánt spektrálisan beállított környezetet, a “Reset” parancs pedig törli a beállítást. A számítógép és az Arduino között USB kábelrel keresztül valósítottuk meg az összeköttetést.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A nemzetközi szabványok, publikációk egybehangzóan kiemelik, hogy olyan megvilágítási körülményeket kell kialakítani, ahol a színek nem okoznak elváráshibát az érzékszervi tesztelőkben, ugyanakkor az eddig megvalósított módszerek hibákkal terheltek (MSZ ISO 8589:2015, MSZ ISO 11037:2014). A spektrálisan szabályozható érzékszervi maszkoló rendszer fejlesztése szükséges ahhoz, hogy tudományosan alátámasztott, objektív színinger-becslési környezet jöhessen létre. Munkánkban bemutattuk a spektrálisan hangolható rendszer megtervezésének lépéseit, és annak elméleti és gyakorlati vonatkozásait. A kutatócsoportunk közös célja, hogy megvalósítsuk a LED-es érzékszervi rendszer kalibrálását és validálását. A spektrálisan szabályozható érzékszervi maszkoló-rendszer megépítésével termékcsoport specifikusan lehet meghatározni a megfelelő világítási környezetet. A megépített és tesztelt érzékszervi maszkoló rendszer a további kutatásokhoz is felhasználható, többek között kromatikus adaptáció, színdiszkrimináció, metameria, színidentifikáció, szintévesztők teljesítményeinek összehasonlítására.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatásával készült. Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4 Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005) Nyitrai Ákos köszönetét fejezi ki a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskolájának.



Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.



**IRODALOMJEGYZÉK**

- Bi J., Kuesten C. 2012. Intraclass Correlation Coefficient (ICC): A Framework for Monitoring and Assessing Performance of Trained Sensory Panels and Panelists. *Journal of Sensory Studies*, 27(5), pp. 352-364.
- Cho, S., H. Ashley, Taylor, M. H., Huck, A. C., Mishler, A. M., Mattal, K. L., Barker C. A., Seo, H-S. 2015. Blue lighting decreases the amount of food consumed in men, but not in women. *Appetite* 85: 111-117.
- Lawless, H. T., Heymann H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and practices* 2nd ed. Springer, New York.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. 2007. *Sensory Evaluation Techniques*, New York: CRC Press. 5-387. p.
- Molnár P. 1991. *Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MSZ 9620:1990 Fénytechnikai terminológia.
- MSZ EN ISO 5492:2009 *Érzékszervi vizsgálatok. Szakszótár (ISO 5492:2008)*
- MSZ EN ISO 8586:2014 *Érzékszervi vizsgálat. Általános útmutató a kiválasztott bírálók és az érzékszervi szakértő bírálók kiválasztásához, képzéséhez, valamint folyamatos ellenőrzéséhez (ISO 8586:2012 2014-06-15-i helyesbített változat)*.
- MSZ EN ISO 8589:2015 *Érzékszervi vizsgálatok. Általános útmutató a bírálati helyiségek kialakításához (ISO 8589:2007)*
- MSZ ISO 11037:2014 *Érzékszervi vizsgálat. Irányelvek a termékek színének érzékszervi bírálatára*
- MSZ ISO 6658:2018 *Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató*.
- Nagy, B. V., Urbin, Á., Dominek, M., Nyitrai, Á. Sipos, L. 2019. Chromatic adaptation effects and limits of ambient illumination spectral content. In: *Proceedings of the 29th Session of the CIE, Vienna, Ausztria: International Commission on Illumination (CIE)*, pp. 990-994.
- Oberfeld, D., Hecht, H., Allendorf, U., Wickelmaier, F. 2009. Ambient lighting modifies the flavor of wine. *Journal of Sensory Studies*, 24 (6): 797-832.
- Piqueras-Fiszman, B., Spence Ch. 2012. The influence of the color of the cup on consumers' perception of a hot beverage. *Journal of Sensory Studies*, 27 (5): 324-331.

- Ross, C. F., J. Bohlscheid, and K. Weller. 2008. Influence of visual masking technique on the assessment of 2 red wines by trained and consumer assessors. *Journal of Food Science* 73 (6): S279-S285.
- Sipos, L., Nyitrai, Á. 2018. Színmaszkolási rendszerek alkalmazása az érzékszervi vizsgálatokban. In: Sipos, László; Gere, Attila (szerk.) MTA, Kertészeti és Élelmiszertudományi Bizottság, Élelmiszertudományi Albizottság Workshop Budapest, Magyarország. 17-18.
- Sipos L., Nyitrai, Ákos. 2019. Érzékszervi bírálók színvizsgálatai, termékspecifikus színmaszkolási rendszerek: In *Proceedings Hungalimentaria*. 58-59.
- Spence, Ch. 2018. Background colour & its impact on food perception & behaviour. *Food quality and preference* 68 (1): 156-166.
- Wenczel, K. 2013. Színtan. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék. 1-192.